

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-201924

(43)Date of publication of application : 10.08.1990

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

H01L 21/027

(21)Application number : 01-022143

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 30.01.1989

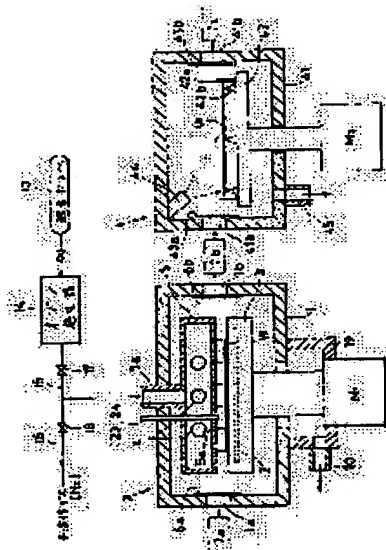
(72)Inventor : FUNAYOSHI TOSHIMITSU

## (54) REMOVAL AND CLEANING OF RESIST FOR SUBSTRATE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To completely remove organic material by detecting the dry ashing end point through light irradiation on substrate surface and continuously carrying out dry over-ashing for at least half of the time required for the dry ashing for proceeding from the start to the end point.

**CONSTITUTION:** The substrate surface W is irradiated with light 23, and the change of the interference waveform, between the reflected light 24 from the substrate surface and the reflected light 24 from a resist film surface, is detected, and the time, when the change of the interference waveform vanishes, is defined to be the dry ashing end point. Then, dry over-ashing is continuously carried out for at least half of the time required for the dry ashing for proceeding from the start to the end point. Thus, organic substance including residual organic material particles can be removed substantially completely.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 L 21/302  
21/027  
21/302

識別記号

E

庁内整理番号

8223-5F

H

8223-5F  
7376-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)8月10日

H 01 L 21/30 3 6 1 R  
審査請求 未請求 請求項の数 2 (全11頁)

⑭ 発明の名称 基板のレジスト除去洗浄方法

⑯ 特 願 平1-22143

⑰ 出 願 平1(1989)1月30日

⑱ 発 明 者 船 吉 俊 充 滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本スクリーン製造  
株式会社彦根地区事業所内  
⑲ 出 願 人 大日本スクリーン製造 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番  
株式会社 地の1  
⑳ 代 理 人 弁理士 杉 谷 勉

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

基板のレジスト除去洗浄方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくともいずれか一つを行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する乾式アッシング過程において、基板表面に光を照射し、基板表面からの反射光とレジスト膜表面からの反射光との干渉波形の変化を検出し、その干渉波形の変化がなくなった時点を乾式アッシング終点とし、乾式アッシング開始から乾式アッシング終点までに要した時間の少なくとも半分の時間にわたって引き続き乾式のオーバーアッシングを行うことを特徴とする基板のレジスト除去洗浄方法。

(2) 基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくともいずれか一つを乾式アッシング終点の検出まで行うことにより基板表面のレ

ジスト膜を分解除去する第1過程と、

乾式アッシング終点の検出時点より、前記第1過程に要した時間の少なくとも半分の時間にわたって引き続きオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくとも一つを継続して乾式のオーバーアッシングを行う第2過程と、

第2過程の後に、基板を回転させながら基板表面に酸化性洗浄液を供給することにより基板表面の残留有機物を洗浄する第3過程と、

第3過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面を洗浄する第4過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り乾燥する第5過程

とを含むことを特徴とする基板のレジスト除去洗浄方法。

## 3. 発明の詳細な説明

&lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、半導体ウエハ、ガラス基板、セラミックス基板等(本明細書ではこれらを総称して

「基板」と表現する)の表面に付着しているレジスト膜を分解除去する基板のレジスト除去洗浄方法に関する。

<従来の技術>

従来、例えば、実開昭62-92641号公報に記載されているように、乾式の灰化室(アッシング処理室)と湿式洗浄処理室とを管状通路によって連結し、この管状通路に被処理基板の搬送系を設け、基板を灰化室内に収納して酸素プラズマにより基板表面のレジスト膜のアッシングを行った後、そのアッシング済みの基板を外気に触れさせることなく管状通路を通して搬送系により湿式洗浄処理室まで搬送し、この湿式洗浄処理室内で、前記アッシングによってもレジスト膜中に残留している金属粒子等の無機物を洗浄液で洗浄除去し、また、同様に残留している亜硫酸等の有害物質を除害液で洗浄除去し、さらに水洗した後、熱風乾燥して基板を外部へ取り出す乾式-湿式の洗浄方法が知られている。

<発明が解決しようとする課題>

の範囲にある $\pi$ - $\pi^*$ 遷移光のうちの2以上のスペクトル線の光強度を検出し、それら両光強度の比から対数変換等の処理を経てプラズマの回転温度を算出し、その回転温度の変化に基づいて乾式アッシング終点を検出する方法(特開昭62-250644号公報)。

③ アッシング処理室内のCOガス濃度変化に応じて電気抵抗値が変化する半導体COガスセンサと、その電気抵抗値の変化を電圧の変化に変換するホイートストンブリッジとを用い、電圧変換がゼロとなることをもって乾式アッシング終点とする方法(特開昭63-21832号公報)。

等が知られている。

しかしながら、これらはいずれも、微細な有機物パーティクルを正確に検出することができず、その上、乾式アッシング終点の検出方式が複雑で、ハード面、ソフト面で高価につくばかりでなく、処理に比較的長い時間を要する効率の悪い検出方式であった。

本発明の目的は、有機物パーティクルを含めて

上記の従来例の場合、灰化室における乾式アッシング過程の終点の検出については、なんら開示されていない。

乾式アッシング終点の検出が早過ぎるとアッシング不足を招き、逆に遅過ぎるとアッシング過剰を招く。

また、上記従来例では、有機物を完全に除去することはむずかしく、微細な有機物パーティクルが多数残留する可能性が高い。

乾式アッシング終点の検出方法として、従来から、例えば、

① 基板に光を照射し、レジスト膜表面からの反射光と基板表面からの反射光との干渉波形の変化を検出し、その干渉によって発生する振動数の高い波形の2次導関数および3次導関数を演算によって求め、それら2次導関数および3次導関数が同時にゼロとなることをもって乾式アッシング終点とする方法(特表昭59-500892号公報)。

② プラズマアッシングにおいて、プラズマ中のOH(水酸基分子)からの波長306~316nm

有機物の除去を実質的に完全に行えるようにするとともに、有機物除去の完了時点の指標となる乾式アッシング終点の検出方式が簡易なものであるようにすることにある。

<課題を解決するための手段>

本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法は、

基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくともいずれか一つを行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する乾式アッシング過程において、基板表面に光を照射し、基板表面からの反射光とレジスト膜表面からの反射光との干渉波形の変化を検出し、その干渉波形の変化がなくなった時点を乾式アッシング終点とし、乾式アッシング開始から乾式アッシング終点までに要した時間の少なくとも半分の時間にわたって引き続き乾式のオーバーアッシングを行うことを

特徴とするものである。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法は、

基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくともいずれか一つを乾式アッシング終点の検出まで行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第1過程と、

乾式アッシング終点の検出時点より、前記第1過程に要した時間の少なくとも半分の時間にわたって引き続きオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射の少なくとも一つを継続して乾式のオーバーアッシングを行う第2過程と、

第2過程の後に、基板を回転させながら基板表面に酸性洗浄液を供給することにより基板表面の残留有機物を洗浄する第3過程と、

第3過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面を洗浄する第4過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り

が小さく、 $T_1$ を超えるとほとんど減少せず安定するということが判明した。

換言すれば、残留していた有機物パーティクルは、乾式アッシング終点より、 $T_1/2 \sim T_1$ の時間が経過するまでの期間内に、ほぼ完全に除去されるということである。

そこで、本発明は、乾式アッシング開始から乾式アッシング終点までに要した時間 $T_1$ の少なくとも半分の時間にわたって引き続きオーバーアッシングを行うことにより、残留した有機物パーティクルを含めた有機物を実質的に完全に除去可能としたのである。

また、両反射光の干渉波形の変化に基づいて乾式アッシング終点を検出し、かつ、この乾式アッシングに要した時間の少なくとも半分の時間のオーバーアッシングを行う方式は、前述の①の振動数の高い波形の2次導関数および3次導関数に基づいた検出方式や、②の $\Delta I - \Delta \theta$  変移光のスペクトル線の光強度比から対数変換を経て求めたプラズマ回転温度に基づいた検出方式や、③の半

乾燃する第5過程

とを含むことを特徴とするものである。

<作用>

本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法による作用は、次のとおりである。

両反射光の干渉波形の変化がなくなったことによる乾式アッシング終点の検出までには有機物の大部分の除去が終わっているが、干渉波形の変化によっては検出できない微細な有機物パーティクルは基板表面に残留している。

したがって、乾式アッシング終点から引き続いて乾式アッシングを継続する必要があるが、どの程度の時間にわたって継続するのが問題となる。

本発明者の実験によれば、乾式アッシング終点において残留していた有機物パーティクルが引き続き乾式のオーバーアッシングによって減少する様子は、乾式アッシング終点までに要した時間を $T_1$ とすると、乾式アッシング終点から $T_1/2$ までの期間では有機物パーティクルが大幅に減少し、 $T_1/2$ を超えて $T_1$ までの期間では減少率

導体COガスセンサ、ホイートストンブリッジによる検出方式に比べて、より簡易な方式である。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法による作用は、次のとおりである。

第1過程において、基板表面に対してオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射を行うに当たり、基板を加熱するから基板表面のレジスト膜の分解除去が促進される。また、基板を回転させながらオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射を行うので、レジスト膜の分解除去が、基板表面の全面にわたって均一に行われる。

この第1過程は、乾式アッシング終点の検出まで行われる。第1過程の終了時点では、大部分の有機物が除去されているが、微細な有機物パーティクルは残留している。そこで、前述と同様の理由により、乾式アッシング終点の検出時点より、第1過程に要した時間 $T_1$ の少なくとも半分の時間にわたって第1過程と同様の処理を継続することにより（乾式のオーバーアッシング）、有機物パーティクルを実質的に完全に除去する。

次の第3過程において、基板を回転させながら基板表面に供給した酸化性洗浄液により基板表面に付着している有機物パーティクルを含む有機物を洗浄し、次に、第4過程において、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給して酸化性洗浄液を洗い流し、第5過程において、基板を高速回転させ遠心力によって基板上の洗浄液を吹き飛ばすので基板が速やかに乾燥される。

#### <実施例>

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスを示すフローチャートである。

ステップS1で半導体やガラスやセラミックス等の基板を乾式洗浄装置に搬入し、レジスト膜の除去処理を開始する。

ステップS2で基板に対する加熱を開始するとともに、基板を回転させる。ステップS3で第1のタイマをONし、ステップS4で基板表面の有機物の分解除去のための乾式アッシングを行う。

乾式アッシング終点の検出方法としては、次の①、②、③のいずれかを使用する。

#### ① 干渉波形方式

基板表面に基板を透過しない波長（565nm）の光を照射し、レジスト膜表面からの反射光と基板表面からの反射光との干渉波形の変化を検出する。レジスト膜の分解進行によって膜厚が減少するに従って、干渉波形が変化する。膜厚が実質的にゼロとなると干渉波形の変化がなくなるので、その変化がなくなった時を乾式アッシング終点とする（第2図参照）。

#### ② スペクトル方式

プラズマアッシングにおいて、プラズマ反応による発光スペクトルの中の特定の波長の光強度の変化を検出し、その変化がなくなった時を乾式アッシング終点とする。

#### ③ 半導体COガスセンサ方式

乾式アッシング処理室内のCOガスの濃度変化を検出し、その変化がなくなった時を乾式アッシング終点とする。

この乾式アッシングは、ステップS4-1のように紫外線を基板表面に照射するのでもよいし、ステップS4-2のようにオゾンO<sub>3</sub>を基板表面に供給するのでもよいし、ステップS4-3のように酸素（O<sub>2</sub>）およびフッ化炭素（CF<sub>4</sub>）をプラズマ化し、活性化した酸素原子等を基板表面に供給するのでもよい。

ステップS4-1の場合、紫外線の波長は180～350nm、基板加熱温度は約250℃、基板回転速度は500rpm以上とする。ステップS4-2の場合、オゾン供給量は約10Nℓ/分（Nは1気圧下を表す）、基板加熱温度は約250℃、基板回転速度は500rpm以上とする。また、ステップS4-3の場合、処理室を減圧して0.5Torr以下とし、励起酸素原子の供給量を1Nℓ/分、基板加熱温度を約100℃、基板回転速度は500rpm以上とする。

ステップS5で乾式アッシング終点を検出したか否かを判断し、未だ検出しないときはステップS4に戻って乾式アッシングを継続する。

以上のステップS1～S5が発明の構成にいう第1過程（乾式アッシング過程）である。以上により、基板表面のレジスト膜の大部分が分解除去される。ただし、この第1過程の終了時点では、ステップS5の乾式アッシング終点の検出によっても検出されなかった多数の微細な有機物パーティクルが基板表面に残留している。

乾式アッシング終点を検出したときは、ステップS6に進んで、ステップS3の第1のタイマのONから乾式アッシング終点検出までに要した時間T<sub>1</sub>を求める。そして、ステップS7で、予め限時時間T<sub>2</sub>がT<sub>1</sub>＝T<sub>2</sub>/2に設定されている第2のタイマをONし、ステップS8で第2のタイマが限時時間T<sub>2</sub>（＝T<sub>1</sub>/2）を計数したか否かを判断する。未だ計数完了していないときはステップS4に戻って引き続き乾式のオーバーアッシングを行う。

計数完了したときには、ステップS9に進んで、オーバーアッシングを完了する。

この完了に当たっては、紫外線照射の停止、オ

ゾン供給の停止またはプラズマ照射の停止はもちろん、基板回転の停止も行う。

以上のステップS6～S9が発明の成にいう第2過程（乾式のオーバーアッシング過程）である。この第2過程によって、微細な有機物パーティクルを実質的にほぼ完全に分解除去することができる。

ステップS4からステップS9までの期間における干渉波形の一例を第2図（A）に示す（ $T_1 = T_2 / 2$ の場合）。なお、第2図（B）は、第2のタイマの限時時間 $T_2$ を $T_1 = T_2$ に設定した場合を示す。EPは乾式アッシング終点を示す。後者の方が有機物パーティクルの除去をより完全に行うことができるが、時間がよりかかるので、限時時間 $T_2$ をどのように設定するかは、その部品の条件によって定めるものとする。ただし、 $T_1 / 2 \sim T_2$ の時間の範囲内とする。

次いで、ステップS10で基板を乾式洗浄装置から湿式洗浄装置に移す。ステップS11で基板を回転させながら基板表面に酸化性洗浄液を噴射供給

することにより、基板表面に残留付着している微細な有機物パーティクルを含む有機物を洗浄する。このステップS11が発明の構成にいう第3過程（湿式有機物洗浄過程）に相当する。

なお、酸化性洗浄液としては、例えば、硫酸（ $H_2SO_4$ ；96%wt、80℃）と過酸化水素（ $H_2O_2$ ）との1：1の割合の混合液や、水酸化アンモニウム（ $NH_4OH$ ；28%wt、80℃）と過酸化水素（ $H_2O_2$ ；30%wt）と水（ $H_2O$ ）との0.5：1：7の割合の混合液等を挙げることができる。基板は500rpmで回転し、120秒間にわたって処理する。

次に、ステップS12で基板を回転させながら（1000rpm）、120秒間にわたって基板表面に純水を噴射供給することにより、酸化性洗浄液を洗い流す。これが発明の構成にいう第4過程に相当する。この場合、必要により超音波を付加することができる。

次に、ステップS13で基板を30秒間にわたって高速回転させ（3000rpm）、遠心力により基板上

の純水および洗浄液を吹き飛ばす。これが発明の構成にいう第5過程（液切り乾燥；スピンドライ）に相当する。この場合、必要により、赤外線を照射することにより乾燥速度を速めることもできる。また、減圧によって水分の蒸発を促進するのもよい。

次に、この実施例の方法を実施する洗浄装置について説明する。

第3図は、基板の乾式洗浄装置Xおよび湿式洗浄装置Yの概略構成図である。

まず、第1過程および第2過程を実行する乾式洗浄装置Xの構造について説明する。

第1処理室1の内部に、半導体ウエハWを加熱するヒータ2と、ウエハWを昇降する複数本のリフターロード（図示せず）とを内蔵したスピンドルチャック3、および、紫外線ランプ4を内蔵した石英製のオゾンノズル5が内装されている。

スピンドルチャック3はモータM<sub>1</sub>によって水平回転されるように構成されている。オゾンノズル5の底板には多数のオゾン拡散孔5aが均一分布の

状態で形成されている。

レジスト膜の分解除去効率を上げるためには、スピンドルチャック3上のウエハWと紫外線ランプ4との距離をできるだけ短くするのがよい。

第1処理室1の周壁部に直径方向で対向する状態でウエハWの搬入口1aと搬出口1bとが形成され、図示しない駆動機構によって上下にスライドされ搬入口1a、搬出口1bを開閉するシャッタ6a、6bが設けられている。

第1処理室1の外側において、搬入口1aを通してウエハWを第1処理室1内に搬入するウエハ搬送機構7aと、搬出口1bを通して第1処理室1から外部にウエハWを搬出し、かつ湿式洗浄装置Yにおける第2処理室41へ搬入するウエハ搬送機構7bおよび第2処理室41から搬出するウエハ搬送機構7cとが設けられている。

これらウエハ搬送機構7a、7bおよび7cは同じ構造をもつもので、例えば、実開昭60-176548号公報に開示され、また、第4図にも示すように、モータ8と、モータ8の回転軸に取り付けら

れた第1アーム9と、第1アーム9の遊端部に回転自在に取り付けられた第2アーム10と、第1アーム9の回転運動を伝達して第2アーム10を回転させる伝動機構11と、第2アーム10の遊端部に形成され、設置したウエハWを吸着保持する真空チャック口12等から構成されている。

酸素ボンベ13に接続されたオゾン発生器14の供給管15と、不活性ガス(N<sub>2</sub>)の供給管16とが、それぞれバルブ17、18を介してオゾンノズル5の導入管5aに接続されている。

第1処理室1の底板にオゾンやレジスト膜の分解除去の際に発生したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等のガスの排気チャンバ19が形成され、それに連通する排気管20が図示しないブロワに接続されている。

乾式洗浄装置Xには、第5図に示すような乾式アッシング終点検出装置21が設けられている。

この乾式アッシング終点検出装置21は、発光素子22、発光素子22の光をウエハWの表面に導く光ファイバ23、ウエハWの基板本体の表面からの反射光とレジスト膜表面からの反射光との干渉光を

導く光ファイバ24、光ファイバ24からの干渉光を入射してその干渉波形を電圧波形に変換する受光素子25、受光素子25の出力を増幅する増幅器26、高周波除去フィルタ27、A/D変換器28およびマイクロコンピュータ29から構成され、マイクロコンピュータ29は、CPU30、ROM31、RAM32で構成され、乾式アッシング終点の判断、時間T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>のカウント、モータM<sub>1</sub>、ヒータ2、紫外線ランプ4、シャッタ6a、6b、ウエハ搬送機構7a、7b、7c、バルブ17、18等の制御を司る。

次に、第3過程～第5過程を実行する湿式洗浄装置Yの構造について説明する。

第2処理室41に昇降自在に内装されたウエハ搬置テーブル42がモータM<sub>2</sub>によって水平回転されるように構成されている。ウエハ搬置テーブル42には直径方向に対向した位置にピン42aが立設され、それらの内側にウエハ保持用の突起42bが取り付けられている。

第2処理室41の周壁部に直径方向で対向する状

態でウエハWの搬入口41aと搬出口41bとが形成され、図示しない駆動機構によって上下にスライドされ搬入口41a、搬出口41bを開閉するシャッタ43a、43bが設けられている。

前記のウエハ搬送機構7bは搬入口41aを通してウエハWを第2処理室41内に搬入する機能を兼用し、また、搬出口41bを通して第2処理室41から外部にウエハWを搬出するウエハ搬送機構7cが設けられている。

第2処理室41の天板部には、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>Oとの混合液等の酸化性洗浄液や純水を噴射するノズル44が設けられている。

第2処理室41の底板にはドレンと排気のためのパイプ45が接続されている。

次に、乾式洗浄装置Xの動作を説明する。

予め、スピンドルチャック3内のヒータに通電してスピンドルチャック3を加熱しておく。加熱温度は通常200℃以上、300℃以下である。

シャッタ6aを下降させ搬入口1aを開く。他方の搬出口1bはシャッタ6bによって閉塞され

ている。

ウエハ搬送機構7aにおける第2アーム10にウエハWを搬出し真空チャック口12からの真空吸引によってウエハWを保持させる。モータ8を駆動することにより、第1アーム9、第2アーム10を変位させて第2アーム10上のウエハWを搬入口1aから第1処理室1内に搬入し、スピンドルチャック3上に搬入した後、モータ8を逆方向に駆動して第2アーム10を搬入口1aから退出させ、次いで、シャッタ6aを上昇させて搬入口1aを閉塞する(以上、ステップS1に相当)。

スピンドルチャック3は既にヒータによって所定温度に加熱されているため、ウエハWはスピンドルチャック3への移動直後から加熱され始める。これによって、ウエハWの表面のレジスト膜が熱分解し始める。このレジスト膜の熱分解は、次工程でのレジスト膜の分解除去を促進する。

次いで、真空吸引によりウエハWをスピンドルチャック3に吸着保持した後、モータM<sub>1</sub>を駆動することにより、スピンドルチャック3とともにウエハW

を回転する（以上、ステップS2に相当）。

そして、バルブを開き、酸素ポンプ13からオゾン発生器14に酸素を供給するとともに、オゾン発生器14の電源を投入して供給されてきた酸素をオゾンに変換し、導入管5aおよびオゾンノズル5のオゾン拡散孔5aを介して第1処理室1内のウエハWの表面に所要流量のオゾンを供給する。

このオゾン供給と同時に図外のブロワを駆動し排気管20を介して排気チャンバ19を負圧にし、第1処理室1内から不測にオゾンが室内に漏れ出すのを防止する（以上、ステップS4-2に相当）。

なお、オゾン供給と並行して、紫外線ランプ4を点灯して回転中のウエハWの表面に対して紫外線の照射を行ってもよい（ステップS4-1）。

オゾンO<sub>3</sub>によってウエハWの表面のレジスト膜を形成している有機物を分解し、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等に変化させてウエハWから分離除去する。生成したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等のガスは排気管20を介して室外に排出される。ヒータ2によるウエハWの加熱は、有機物の分解を促進する。なお、紫外線

照射（ステップS4-1）を併用するときは、紫外線によってオゾンO<sub>3</sub>を活性化した酸素原子Oに分解し、酸素原子Oにより有機物を酸化するので、有機物の分解をさらに促進する。

ウエハWを回転しながらオゾン供給あるいはオゾン供給とともに紫外線照射を行うので、ウエハWの全面にわたる均一な有機物除去が可能である。

以上のようにしてレジスト膜が次第に分解除去されていき、ウエハWの表面の大部分の有機物が分解除去されるが、多数の微細な有機物パーティクルがウエハWの表面に残留することになる。

この間、乾式アッシング終点検出装置21によって、例えば干渉波形の変化を検出し、その変化がなくなったか否かをCPU30で判断しており、変化がなくなった時点を乾式アッシング終点として、乾式アッシング開始から乾式アッシング終点までに要した時間T<sub>1</sub>をRAM32にストアし、CPU30によって乾式のオーバーアッシング時間T<sub>2</sub>=T<sub>1</sub>/2を算出し、それもRAM32にストアする（以上、ステップS5、S6に相当）。

そして、オーバーアッシング時間T<sub>2</sub>が経過するまで、前述と同様の乾式アッシング（オーバーアッシング）を引き続き実行する。そして、オーバーアッシング時間T<sub>2</sub>が経過すると、CPU30は、オーバーアッシングを停止する。すなわち、オゾン発生器14の電源をオフするとともにバルブ17を閉止する。紫外線照射を併用していた場合には、紫外線ランプ4の電源をオフする。これによって、微細な有機物パーティクルを含めて有機物を実質的にほぼ完全に分解除去することとなる。なお、ヒータ2に対する通電は継続しておく。

次いで、バルブ18を開けて供給管16、導入管5aを介して所要流量の不活性ガスをオゾンノズル5に供給する。

この不活性ガスは、オゾン拡散孔5aを介して第1処理室1内に流入し、第1処理室1内に残留しているオゾンや第1処理室1内で生成されたCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等のガスを排気管20を介して室外にバージする。次に、モータM<sub>1</sub>を停止してウエハWの回転を停止する（以上、ステップS7～S9

に相当）。

次いで、スピンチャック3にかけていた負圧を解除し、ウエハWに対する吸着保持を解除する。そして、リフターロードを上昇させてその先端でウエハWを受け取り、シャック6bを下降させ搬出口1bを開き、ウエハ搬送機構7bによって第1処理室1からウエハWを取り出し、これを湿式洗浄装置Yの第2処理室41に挿入する。その後、シャック6bを上昇して搬出口1bを閉塞する。以上の乾式洗浄装置Xにおける乾式洗浄過程に引き続いて、湿式洗浄装置Yにおける湿式洗浄過程に移行する。

すなわち、シャック43aを下降させ搬入口41aを開く。他方の搬出口41bはシャック43bによって閉塞されている。

乾式洗浄装置Xから搬出されウエハ搬送機構7bの第2アーム10に吸着保持されたウエハWを搬入口41aから第2処理室41内に挿入し、ウエハ搬送テーブル42の真上にウエハWがきたタイミングでモータ8を停止する。



ウエハ載置テーブル42を上昇させてピン42aの内側にウエハWが位置する状態とする。そして、真空チャック口12からの真空吸引を解除し、ウエハWを突起42bで受け取る。

第2アーム10を搬入口41aから退出させた後、シャッタ43aを上昇して搬入口41aを閉塞する(以上、ステップS10に相当)。

ウエハ載置テーブル42の回転によってウエハWを回転させながらノズル44からウエハWの表面に向けて、酸化性洗浄液としての $\text{H}_2\text{SO}_4$ と $\text{H}_2\text{O}_2$ との混合液を噴射供給することにより、ウエハWの表面に残留付着している有機物パーティクルを含む有機物を除去する(以上、ステップS11に相当)。

ウエハWの回転を継続したままで、ノズル44から純水をウエハWの表面に向けて噴射供給することにより、ウエハWの表面に残留している前記の混合液や不要物を洗浄除去する(ステップS12に相当)。

なお、この洗浄過程において、必要に応じてノ

ところ、7個であった。

ウエハ加熱温度 250℃、オゾン供給量10Nℓ/分の条件でオゾンアッシングを行い、波長 565 nmの光による干渉波形方式で乾式アッシング終点を検出したところ、検出までに $T_1 = 108$ 秒を要した。このときの有機物パーティクルの数は230個であり、初期状態から223個増加していた。

次いで、本発明の骨子であるオーバーアッシングを行うことなく、 $\text{NH}_4\text{OH}$ と $\text{H}_2\text{O}_2$ との混合液を酸化性洗浄液として噴射供給して湿式洗浄し、純水で洗浄し、スピンドライした結果、有機物パーティクルの数は181個となり、乾式アッシング終点から49個減少していた。

ここで重要なポイントは、酸化性洗浄液による湿式洗浄の開始からスピンドライまでの間に減少した有機物パーティクルの個数であり、これをPで表すと、この場合は、 $P = 49$ である。オーバーアッシングを行っていないため、減少個数は少ないといえる。

⑤ サイズ、膜厚が上記と同じで、初期状態の

ズルに超音波振動子を付設しておき、800 kHz以上の周波数の超音波を純水に付加して洗浄効率を高めるようにしてもよい。

そして、モータM<sub>2</sub>の高速回転によってウエハ載置テーブル42上のウエハWに大きな遠心力を働かせ、ウエハWの表面に付着している酸化性洗浄液、純水を吹き飛ばす(ステップS13に相当)。

このスピンドライの過程では、乾燥用赤外線ランプ、特にシリコンウエハが吸収しやすい1200 nmの波長域の赤外線を照射したり、第2処理室41を減圧したりすることにより乾燥速度を速めることが好ましい。

なお、湿式洗浄装置Yにおいてウエハ載置テーブル42に対するウエハWの保持は、ピン42aと突起42bによる他、真空吸着としてもよい。

#### テスト結果

④ 1.5 μmの膜厚のレジスト膜を有する6インチサイズのウエハについて、その初期状態(アッシング処理前)での微細な有機物パーティクル(0.28 μm以上のもの。以下同じ)の数を調べた

有機物パーティクルの数が9個のウエハに対して上記と同一条件でオゾンアッシングを行ったところ、乾式アッシング終点までに $T_1 = 108$ 秒を要し、さらにオーバーアッシングを $T_2 = T_1 / 2 = 54$ 秒にわたって継続したところ、有機物パーティクルの数は150個であった。

次いで、上記と同一条件で湿式洗浄→純水洗浄→スピンドライを行った結果、有機物パーティクルの数は50個となり、湿式洗浄による減少個数は、 $P = 100$ であった。

⑤ サイズ、膜厚が上記と同じで、初期状態の有機物パーティクルの数が10個のウエハに対して上記と同一条件でオゾンアッシングを行ったところ、乾式アッシング終点までに $T_1 = 107$ 秒を要し、さらにオーバーアッシングを $T_2 = T_1 = 107$ 秒にわたって継続したところ、有機物パーティクルの数は120個であった。

次いで、上記と同一条件で湿式洗浄→純水洗浄→スピンドライを行った結果、有機物パーティクルの数は40個となり、湿式洗浄による減少個数は、

P=80であった。

オーバーアッシングを行った⑤、⑥の場合と、オーバーアッシングを行わなかった④の場合とを比較すると、オーバーアッシングによる有機物パーティクルの減少効果が大いことが判る。

⑤において乾式アッシング終点での有機物パーティクル数は230個、⑥において50%のオーバーアッシング後の有機物パーティクル数は150個、④において100%のオーバーアッシング後の有機物パーティクル数は120個である。この結果を第6図に示す。

オーバーアッシングにより有機物パーティクルが減少することは明らかであるが、オーバーアッシングが50%未満であると、その減少効果は充分ではなく、50%～100%であると減少効果が大い。

なお、ウエハ、レジスト膜の初期条件や処理枚数等によって有機物パーティクル数は変化するが、第6図に示された傾向はほぼ同じである。

<発明の効果>

述のとおりである。第3過程の酸化性洗浄液による有機物パーティクルを含む有機物の洗浄、第4過程の洗浄液による酸化性洗浄液の洗浄、および、第5過程のスピンドライによって、有機物パーティクルを含む有機物の除去を実質的に完全に、しかも効率良く行うことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図は本発明の実施例に係り、第1図は基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスの一例を示すフローチャート、第2図は干渉波形の変化の様子を示すグラフ、第3図は本発明を実施する乾式洗浄装置および乾式洗浄装置の概略構成図、第4図はウエハ搬送装置の概略構成図、第5図は乾式アッシング終点検出装置の構成図、第6図はオーバーアッシングによる有機物パーティクルの減少の様子を示すグラフである。

W…ウエハ（基板）

X…乾式洗浄装置

Y…湿式洗浄装置

1…第1処理室

本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、乾式アッシング終点の検出を、従来例の①の振動数の高い波形の2次導関数および3次導関数に基づいた検出方式や、②の $\frac{\partial^2 \Sigma}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \Sigma}{\partial y^2}$  干渉光のスペクトル線の光強度比から対数変換を経て求めたプラズマ回転温度に基づいた検出方式や、③の半導体COガスセンサ、ホイートストンブリッジによる検出方式に比べて、より簡易な単なる干渉波形の変化に基づいて行うことができ、しかも、乾式アッシング開始から乾式アッシング終点までに要した時間の少なくとも半分の時間にわたるオーバーアッシングによって、前記の干渉波形方式では検出できない微細な有機物パーティクルをほぼ完全に除去することができる。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、第1過程で基板表面にオゾン供給、紫外線照射またはプラズマ照射を行うに当たり、基板加熱によって有機物の分解を促進でき、かつ、基板過程によって分解を均一化することができる。第2過程でのオーバーアッシングによる効果は前

2…ヒータ

4…紫外線ランプ

5…オゾンノズル

14…オゾン発生器

21…乾式アッシング終点検出装置

22…発光素子

25…受光素子

41…第2処理室

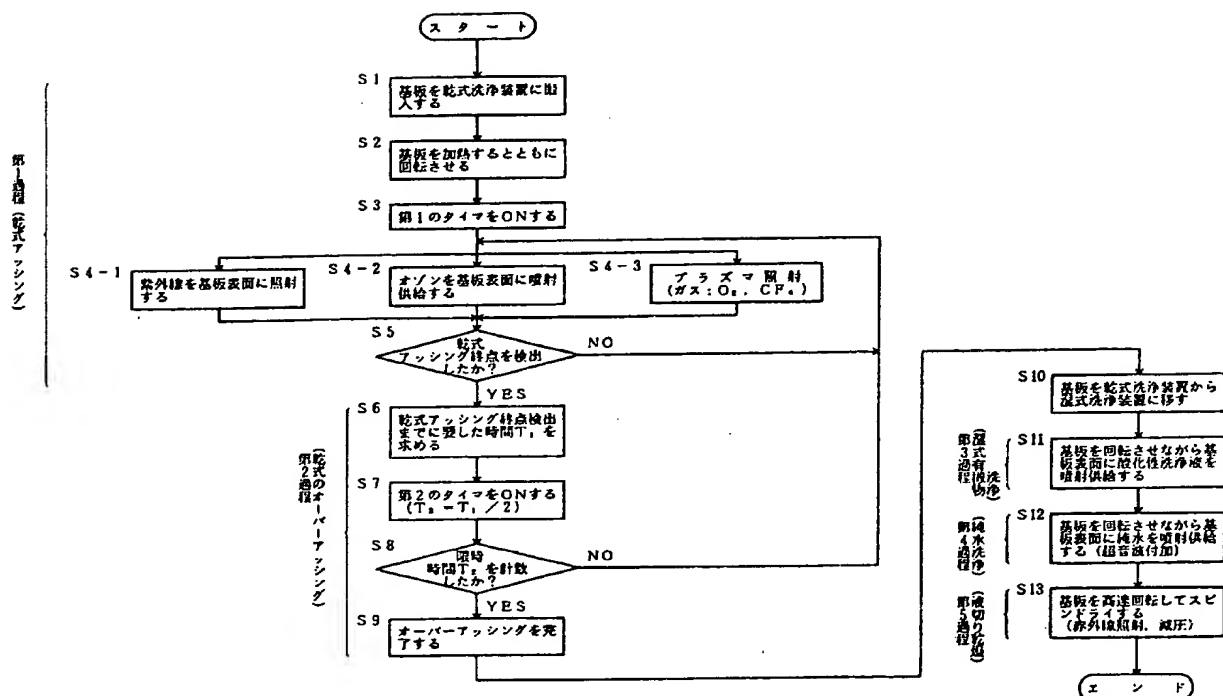
42…ウエハ搬置テーブル

44…ノズル

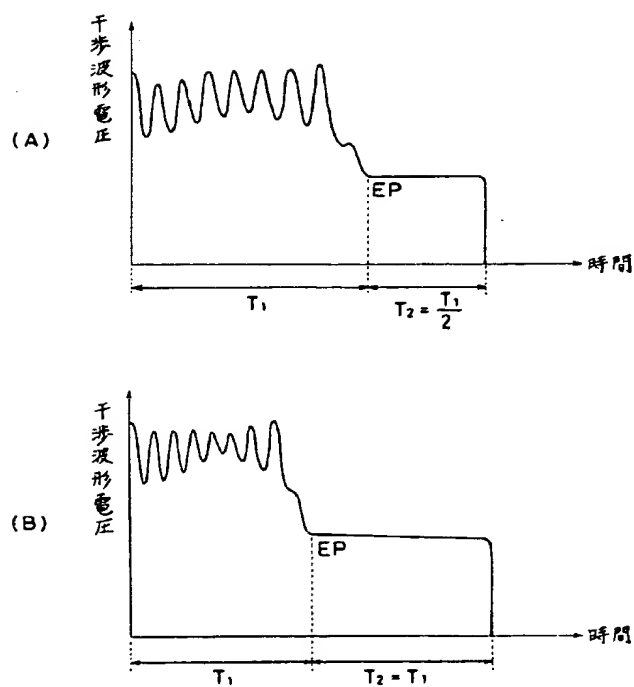
出願人 大日本スクリーン製造株式会社

代理人 弁理士 杉谷 勉

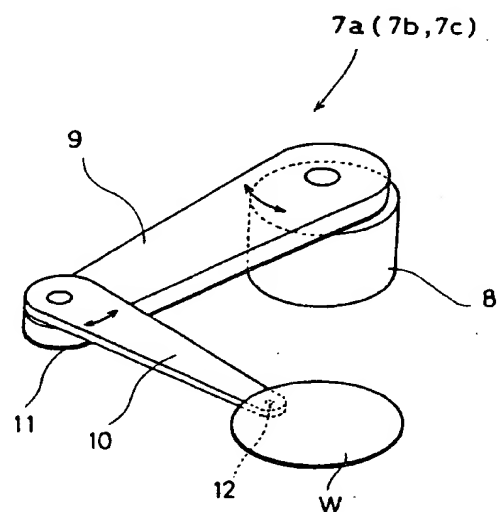
第 1 図



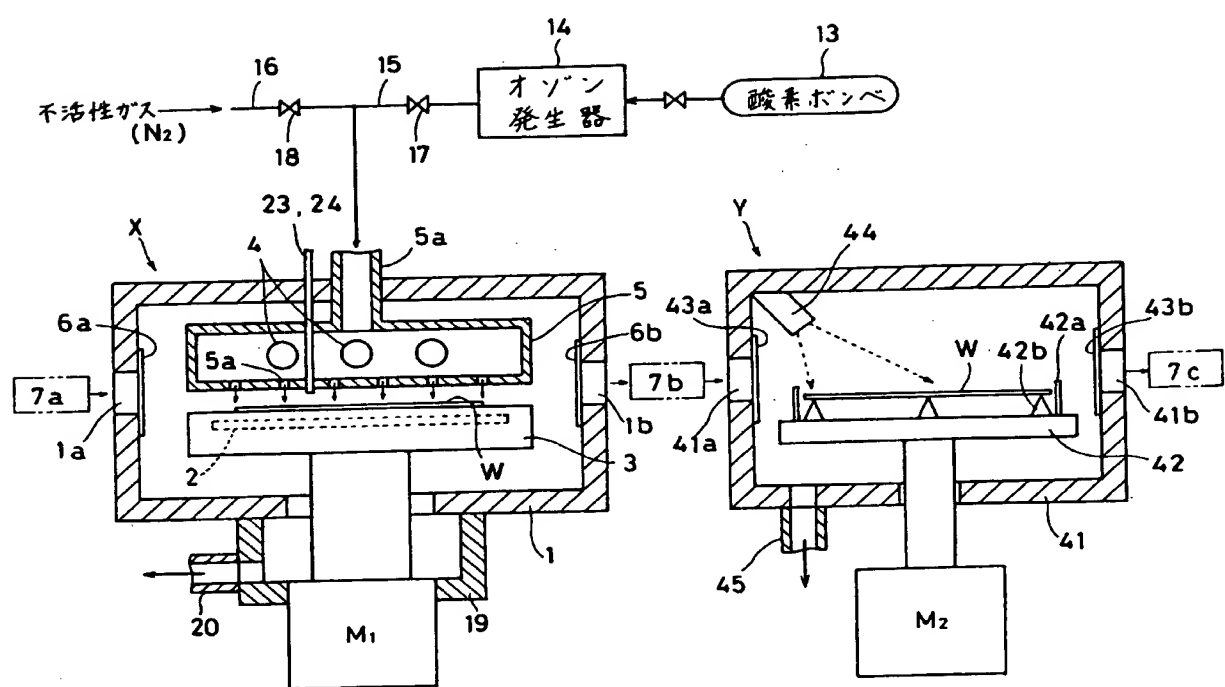
第 2 図



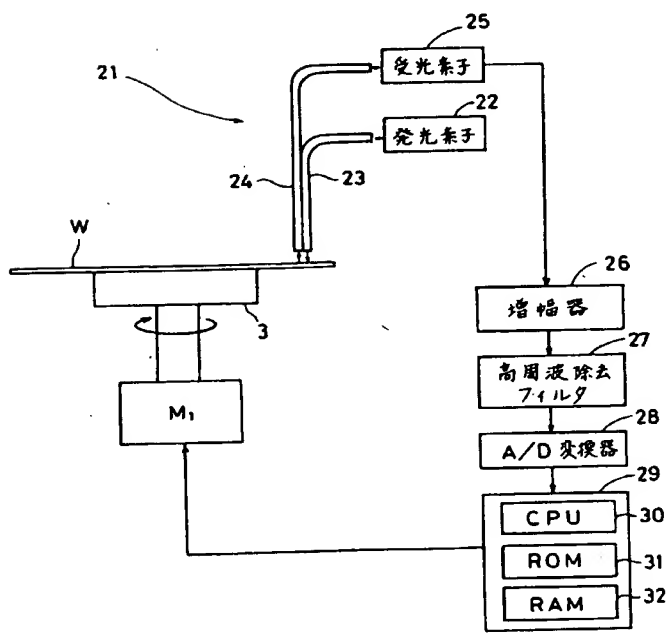
第 4 図



第 3 図



第 5 図



第 6 図

